

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	電気通信大学大学院 情報理工学研究科 先進理工学専攻 博士前期課程		
氏 名	中尾 博明	学籍番号	1033062
論 文 題 目	超短パルスレーザーのための新レーザー材料の開発		
要 旨			
<p>超短パルスレーザーのための広帯域な利得スペクトルを持つレーザー材料の研究は、世界中で盛んに行われている。レーザー材料の性質の大部分は、母材により決まってしまう。そのため、新たな材料を母材として用いる、新レーザー材料の研究・開発は、固体レーザーの発展に欠かせない、非常に重要な分野である。本研究では、$\text{Nd}^{3+}:\text{Ba}(\text{Zr,Mg,Ta})\text{O}_3$、$\text{Nd}^{3+}(\text{Na}^+):\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$、$\text{Yb}^{3+}:\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ の 3 つの新レーザー材料の研究を行った。$\text{Nd}^{3+}:\text{Ba}(\text{Zr,Mg,Ta})\text{O}_3$ は(株)村田製作所により開発された透光性セラミックである。Disordered 構造であることで広帯域利得を示す。試料の製造工程の最適化を行い、新たに試料を作製すると同時に、共振器の最適化を行った。その結果、最大出力 1 W、スロープ効率 27.7%と、大幅にレーザー発振特性の改善を行うことができた。$\text{Nd}^{3+}(\text{Na}^+):\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ は 2 次元の構造変調を有し、相転移を起こす単結晶である。Nd^{3+} と Na^+ の共添加により、disordered crystal となるため、利得帯域幅の広がりが期待できる。レーザー発振実験において、入出力特性に相転移によるものと思われる特異な現象が観測された。熱特性の温度依存性測定を行ったところ、比熱容量が λ 転移であることがわかった。λ 転移による、レーザー動作点周辺での複雑な温度分布が、観測された特異な振る舞いの原因だと考えられる。$\text{Yb}^{3+}:\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ は神島化学工業(株)により開発された透光性セラミックである。$\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ は Yb^{3+} の高濃度添加時に熱伝導率の低下が少ない材料である。熱による影響を軽減させるため、近年では薄い利得媒質を面冷却する thin-disk laser に注目が集まっている。しかし利得媒質が薄く利得長が短いため、吸収量を増加させる手段として高濃度添加を行うが、添加濃度の増加に伴い熱伝導率は急激に減少する。これは希土類イオンと置換される母材のイオンの質量の差によって起こる。$\text{Yb}^{3+}:\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ は双方のイオンの原子量が非常に近く、高濃度添加を行なっても熱伝導率の低下はわずかである。添加濃度が 10 at.% の $\text{Yb}^{3+}:\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ を用いて、CW レーザー発振実験及びモード同期実験を行った。CW レーザー発振実験では、最大出力 2.14 W、スロープ効率 72% の高効率動作を達成した。モード同期実験では、SESAM モード同期により、スペクトル幅 2.5 nm、パルス幅 541 fs、繰り返し周波数 100 MHz のモード同期発振に成功した。</p>			